

COMPORTAMENTO DA PRECIPITAÇÃO A DIFERENTES ESCALAS TEMPORAIS NA REGIÃO SUL DE PORTUGAL CONTINENTAL

Maria Manuela PORTELA¹, Luis Angel ESPINOSA¹, Ticiana STUDART², Martina Zelenakova³

1. IST/UL, CERIS, Portugal, maria.manuela.portela@tecnico.ulisboa.pt; luis.espinosa@tecnico.ulisboa.pt

2. UFC, Brasil, ticiana@ufc.br

3. TUK, Slovakia, martina.zelenakova@tuke.sk

RESUMO

Em anos recentes, os efeitos atribuídos às mudanças climáticas tornaram-se globalmente mais perceptíveis. No que respeita a variáveis hidrológicas, tais efeitos manifestam-se através do aumento da respetiva variabilidade temporal, para além dos limites comportados pelas séries históricas, podendo resultar, por exemplo, num aumento da frequência e da gravidade dos acontecimentos hidrológicos extremos ou ainda numa diminuição da precipitação e, conseqüentemente, dos recursos hídricos superficiais. No anterior âmbito, desenvolveu-se um estudo para a região sul de Portugal Continental com o objetivo de caracterizar e quantificar tendências em séries de precipitação a diferentes escalas temporais tendo por base informação pluviométrica tão ampla quanto possível, designadamente, constituída por 108 anos (de 1910/11 a 2017/18) de precipitações mensais em 62 postos udométricos. Com exceção de uns escassos meses de verão, contudo, negligenciáveis em termos da contribuição para os totais anuais, o estudo revelou um decréscimo muito acentuado da precipitação, em especial em anos mais recentes, com ênfase para o trimestre de janeiro a março, durante o qual se assiste inclusivamente a uma mudança no padrão intra-anual da precipitação, com sérias conseqüências ao nível das disponibilidades hídricas superficiais e do aprovisionamento de água no solo.

Palavras-Chave: Mudança climática; precipitação; tendências; teste de Mann-Kendall; teste de declive de Sen

1. INTRODUÇÃO. ÁREA EM ESTUDO. DADOS DE BASE

O estudo que se apresenta teve por objetivo identificar sinais de mudança climática, traduzidos por tendências em séries de precipitação a diferentes escalas temporais, na região Sul de Portugal Continental esquematicamente representada na Figura 1, compreendendo parte do Alentejo e o Algarve, aparentemente sujeita a uma progressiva desertificação.

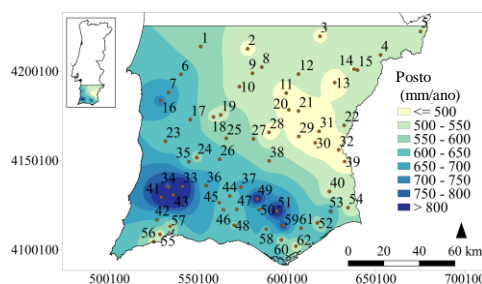


Fig. 1. Área de estudo (16 000 km²). Localização esquemática dos postos udométricos (adaptada de Portela *et al.*, 2019).

Embora já existam estudos precedentes para Portugal, o acentuar das evidências relacionadas com as mudanças climáticas torna essencial, por um lado, assegurar a consistência desses estudos, fundamentando-os em modelos adequados, e, por outro lado, revisitar os seus resultados, visando o maior detalhe da sua resolução espacial e a atualização contínua da informação de carácter hidrológico que utilizam. Em alinhamento com estes objetivos, selecionaram-se os 62 postos udométricos identificados no Quadro 1 e esquematicamente localizados na Figura 1 e estabeleceram-se para os mesmos as séries contínuas de precipitações mensais entre 1910/11 e 2017/18 (108 anos hidrológicos), o que se julga constituir uma contribuição inovadora para a região, em termos do elevado número, quer de postos sobre os quais recaiu a análise, quer de anos com valores de precipitação.

2. RESULTADOS

A análise de tendências incidu sobre as séries de precipitação anuais e às seguintes escalas temporais com o objetivo de averiguar os efeitos intra-anuais da mudança climática: meses, trimestres (T1 a T4) e semestres (S1 e S2). Para tanto, foi aplicado o teste não paramétrico de Mann Kendal (Mann, 1945) com avaliação da magnitude das tendências pelo estimador de declive de Sen (Sen, 1968). O nível de significância adotado foi de 5%. Para além do período global de 108 anos, analisaram-se as tendências nos últimos 50 anos, entre 1968/69 e 2017/2018, de modo a concluir se os efeitos das mudanças climáticas se acentuaram ou não em anos recentes.

Os resultados obtidos estão sintetizados no Quadro 2 que indica, para cada período de tempo e escala temporal, o número de posto udométricos com tendências estatisticamente significativas e os valores extremos do declive de Sen (valores máximos e mínimos para tendências, respetivamente crescentes e decrescentes).

Quadro 2. Resumo das tendências detetadas (adaptado de Portela *et al.*, 2019).

Escala de tempo		Tendências estatisticamente significativas (nível de significância de $\alpha = 5\%$)							
		Período de 108 anos (1910/11 a 2017/18)				Último período de 50 anos (1968/69 a 2017/18)			
		Positiva		Negativa		Positiva		Negativa	
		Número de postos	Valor extremo (mm/ano)	Número de postos	Valor extremo (mm/ano)	Número de postos	Valor extremo (mm/ano)	Número de postos	Valor extremo (mm/ano)
Mês	Out	0	--	0	--	0	--	0	--
	Nov	0	--	7	-0.425	0	--	2	-0.843
	Dez	0	--	5	-0.483	0	--	9	-1.859
	Jan	0	--	3	-0.323	0	--	46	-2.929
	Fev	0	--	34	-0.887	0	--	43	-2.729
	Mar	0	--	61	-0.970	0	--	2	-0.697
	Abr	0	--	0	--	0	--	2	-0.819
	Mai	0	--	0	--	0	--	4	-0.733
	Jun	0	--	26	-0.090	0	--	17	-0.302
Trimestre	T1	15	0.004	13	-0.010	7	0.015	0	--
	T2	9	0.011	9	-0.010	22	0.044	0	--
	T3	5	0.086	0	--	0	--	0	--
	T4	0	--	2	-0.877	0	--	3	-5.027
Semestre	SM1	0	--	60	-2.360	0	--	56	-6.415
	SM2	0	--	1	-0.342	0	--	27	-2.392
Ano	5	0.100	0	--	0	--	0	--	
		0	--	29	-2.988	0	--	40	-5.110
		0	--	0	--	0	--	8	-0.779
		0	--	14	-2.708	0	--	56	-15.054

O anterior quadro mostra que, excetuando alguns meses de verão, que, contudo, são perfeitamente negligenciáveis, existe uma diminuição generalizada da precipitação na região a qual se agravou muito no último período de 50 anos analisado, designadamente, no que respeita aos meses de janeiro e de fevereiro, com repercussões no segundo trimestre (T2) e no primeiro semestre (SM1) do ano hidrológico e no ano em si (valores do declive de Sen muito mais negativos). Aparentemente houve um desagramento no decréscimo da precipitação em março, em termos de valores e de número de postos com tendências estatisticamente significativas. Importa chamar a atenção para o facto de as estimativas fornecidas pelo declive de Sen não serem diretamente comparáveis uma vez que se referem a períodos com diferentes dimensões (108 e 50 anos).

Em complemento dos anteriores resultados procedeu-se à representação espacial dos declives de Sen para as escalas temporais antes realçadas, com exceção do mês de janeiro que não foi considerado por ter comportamento afim ao do mês de Fevereiro. O método de interpolação aplicado foi o IDW (*Inverse Distance Weighting*) com expoente 2. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 2. Embora a interpolação espacial relativa a cada escala temporal tenha utilizado os valores do declive de Sen nos 62 postos, na figura apenas estão localizados os postos com tendências estatisticamente significativas (em número especificado no Quadro 2).

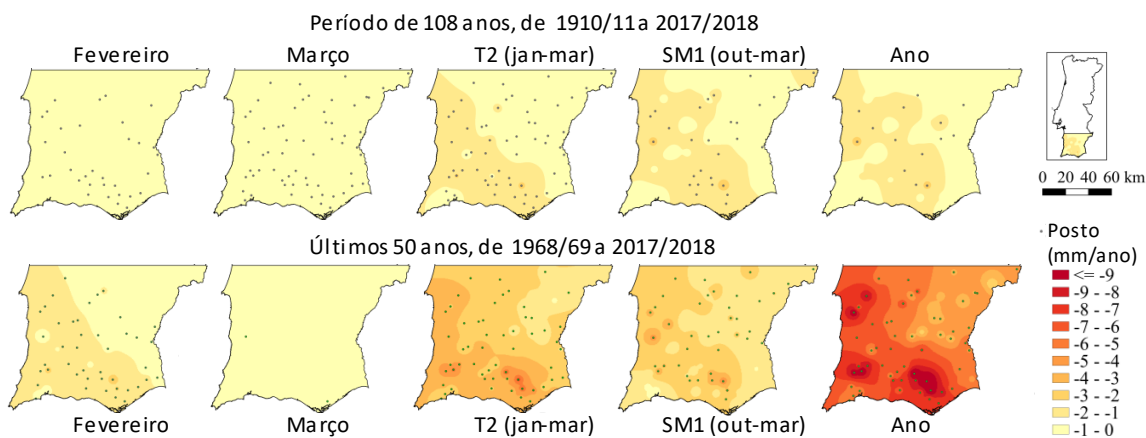


Fig. 2. Distribuição espacial das tendências da precipitação nos dois períodos analisados e para algumas das escalas temporais consideradas. Apenas os postos com tendências estatisticamente significativas estão esquematicamente localizados (adaptada de Portela *et al.*, 2019).

A anterior figura reforça as observações a propósito do Quadro 2. Com efeito, nos últimos 50 anos, à exceção do mês de março, assiste-se ao agravamento do decréscimo da precipitação, sendo que, relativamente àquele mês, o número de postos com decréscimos significativos reduziu-se muito, mantendo-se a taxa de decréscimo da precipitação na mesma gama de valores.

Para entender melhor o comportamento intra-anual da precipitação apresenta-se por fim a Figura 3 relativa às médias móveis adimensionais (para a dimensão de 20 anos) da precipitação nos meses de janeiro a março para o que foram selecionados os postos com maiores decréscimos de precipitação naqueles dois meses. O ano de 1968 aí assinalado é o ano civil de início do último período de 50 anos analisado

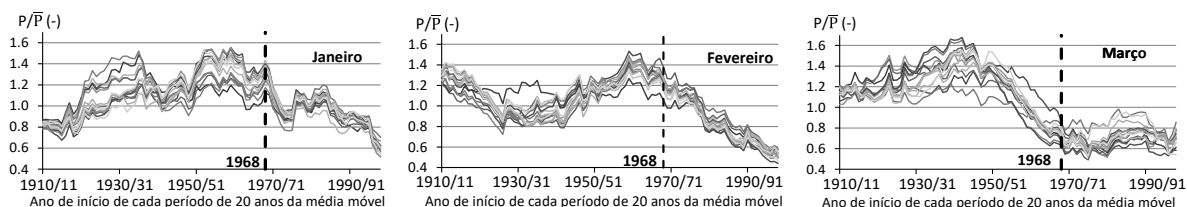


Fig. 3. Médias móveis adimensionais da precipitação em janeiro, fevereiro e março nos postos com maior decréscimo da precipitação naqueles dois últimos meses. Período de 108 anos (adaptada de Portela *et al.*, 2019).

A anterior figura explica por si só a mudança do padrão intra-anual da precipitação nos períodos de tempo aí considerados. De facto, sensivelmente antes da década de 1960 não se observavam tendências naqueles dois primeiros meses assistindo-se depois dessa década a decréscimos acentuados. Relativamente à precipitação em março após um decréscimo acentuado entre sensivelmente 1940 e finais da década de 1960, aparenta ter estabilizado, embora em valores nitidamente inferiores às médias de longo prazo (nalguns casos representativos de cerca de 60% dessas médias). Aparentemente é como se a diminuição da precipitação uma vez estabilizada no mês de março fosse progressivamente afetando os meses anteriores.

3. CONCLUSÃO

Para a região sul do País objeto de estudo, detetaram-se diminuições muito acentuadas da precipitação no trimestre de janeiro a março, a par com uma mudança no comportamento intra-anual da precipitação nesses meses a qual se traduz numa aparente estabilização da precipitação em março, embora em torno de valores que podem chegar a representar cerca de 60% das médias de longo prazo, e numa diminuição muito acentuada e num maior número de postos da precipitação em janeiro e fevereiro. Este comportamento é ainda mais relevante se se atender ao facto de que a contribuição média desse trimestre para o total anual é de cerca de 40%, ou seja, é muito significativa, e que se está perante o último período realmente húmido do ano hidrológico, pois sugere que o armazenamento da água no solo pode não ser compatível com a manutenção de algumas das áreas de sequeiro.



Deixa ainda antever uma degradação do desempenho dos reservatórios artificiais, que podem deixar de cumprir as garantias para as quais foram dimensionados, reforçando-se, assim, a maior suscetibilidade da região à diminuição da precipitação.

REFERÊNCIAS

- Mann, H. B (1945) Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 245-259.
- Portela M.M.; Espinosa L.A.; Studart T.; Zelenakova M. (2019) Rainfall Trends in Southern Portugal at Different Time Scales. In: Monteiro J. et al. (eds) INCREaSE 2019. Springer, Cham, p.3-19, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-30938-1_1.
- Portela, M.M.; Zelenakova, M.; Santos, J.F.; Purcz, P.; Silva, A.T.; Hlavatá, H. (2015) A comprehensive drought analysis in Slovakia using SPI. *European Water*, 51, 15-31.
- Santos, J.F.; Pulido-Calvo, I.; Portela, M.M. (2010) Spatial and temporal variability of droughts in Portugal, *Water Resour Res*, 46, W03503, doi:10.1029/2009WR008071 (2010).
- Sen, P. K. (1968) Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *J Am Stat Assoc*, 63 (324), 1379–1389.